

WO0150038

Publication Title:

TRANSMISSION, ESPECIALLY FOR WIND POWER INSTALLATIONS

Abstract:

Abstract of WO0150038

The invention relates to a transmission, especially for wind power installations. The inventive transmission comprises a planetary stage (4) on the drive side that is mounted upstream of at least one gear stage. Said planetary stage (4) consists of at least two torque-split planetary gears (5a, 5b) that are mounted in parallel. The invention is further characterized in that a differential gear (9) is mounted downstream of said torque-split planetary gears (5a, 5b) so as to compensate for an unequal load distribution between the individual planetary gears (5a, 5b) caused by the mounting in parallel.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide aa6

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Juli 2001 (12.07.2001)

PCT

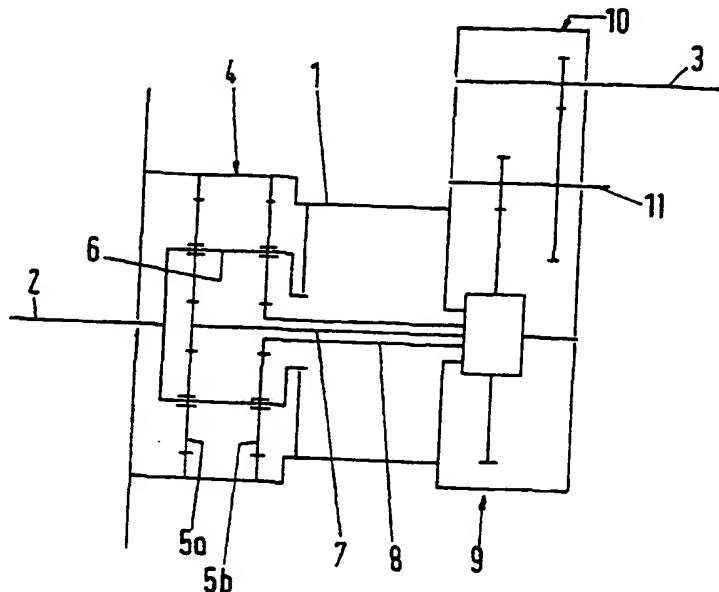
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/50038 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F16H 37/10**
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE00/03966**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
10. November 2000 (10.11.2000)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:
199 63 597.8 23. Dezember 1999 (23.12.1999) **DE**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **LOHMANN + STOLTERFOHT GMBH [DE/DE];**
Mannesmannstr. 19, 58455 Witten (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAUER, Ger-
hard [DE/DE];** Gederbachweg 51, 58453 Witten (DE).
BERGER, Günter [DE/DE]; Strassburger Allee 1a,
44577 Castrop-Frohlinde (DE).
- (74) Anwalt: **MAIWALD PATENTANWALTS-GMBH;**
Elisenhof, Eisenstrasse 3, 80335 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): **AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,
CZ, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,
HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ,
NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **TRANSMISSION, ESPECIALLY FOR WIND POWER INSTALLATIONS**

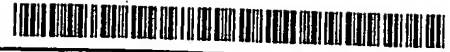
(54) Bezeichnung: **GETRIEBE, INSBESONDERE FÜR WINDKRAFTANLAGEN**



(57) Abstract: The invention relates to a transmission, especially for wind power installations. The inventive transmission comprises a planetary stage (4) on the drive side that is mounted upstream of at least one gear stage. Said planetary stage (4) consists of at least two torque-split planetary gears (5a, 5b) that are mounted in parallel. The invention is further characterized in that a differential gear (9) is mounted downstream of said torque-split planetary gears (5a, 5b) so as to compensate for an unequal load distribution between the individual planetary gears (5a, 5b) caused by the mounting in parallel.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/50038 A1



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Getriebe, insbesondere für Windkraftanlagen, bestehend aus einer antriebsseitigen Planetenstufe (4) der mindestens eine Getriebestufe nachgeschaltet ist, wobei die Planetenstufe (4) aus mindestens zwei parallelgeschalteten leistungsverzweigenden Planetengetrieben (5a, 5b) besteht dadurch gekennzeichnet, daß den leistungsverzweigenden Planetengetrieben (5a, 5b) eine Differentialgetriebestufe (9) nachgeschaltet ist, um eine durch die Parallelschaltung auftretende ungleiche Lastaufteilung zwischen den einzelnen Planetengetrieben (5a, 5b) auszugleichen.

Getriebe, insbesondere für Windkraftanlagen

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Getriebe, insbesondere für Windkraftanlagen, gemäß dem
10 Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei einer Windkraftanlage ist gewöhnlich im Kraftfluß zwischen einem die Windenergie in
eine Drehbewegung umsetzenden Rotor und einem die Drehbewegung in elektrische
Energie umwandelnden Generator ein Getriebe mit einer Übersetzung ins Schnelle
15 angeordnet. Da die Baugruppen der Windenergieanlage meist innerhalb einer Kapsel an
der Spitze eines Turmes angeordnet werden, sind möglichst kleinbauende Getriebe mit
geringer Masse wünschenswert. Diese Forderung steht im Zielkonflikt mit dem Trend
nach immer größeren Windkraftanlagen höherer Leistung, der unter anderem auch
leistungsfähigere, sprich schwererer Getriebe bedarf.

20

Ein kleinbauendes Getriebe mit demzufolge recht geringem Gewicht ist aus der
WO 96/11338 bekannt. Der gewichtssparende Kleinbau wird hier über eine Reihen-
schaltung zweier Planetengetriebestufen realisiert. Der Planetenträger des ersten
antriebsseitigen Planetengetriebes ist unter Bildung der Antriebswelle für das Getriebe mit
25 dem Rotor verbunden. Das Hohlrad des ersten Planetengetriebes ist gehäusefest
angeordnet und das abtriebsseitige Sonnenrad ist mit einem eingangsseitigen Planeten-
träger des zweiten Planetengetriebes verbunden, dessen Hohlrad ebenfalls gehäusefest
angeordnet ist und dessen Sonnenrad den Abtrieb des gesamten Getriebes bildet. Diese
Reihenschaltung zweier Planetengetriebestufen weist jedoch den Nachteil auf, dass für
30 größer dimensionierte Windkraftanlagen - insbesondere über 2 Megawatt - die Außen-
abmaße des Getriebes selbst bei Verwendung einer Planetengetriebeanordnung zu groß
werden. Damit einhergehend gelangt auch die Masse zu einer kritischen Größe.

Eine alternative Art von allgemein bekannten Getrieben der hier interessierenden Art
35 besteht aus einer antriebsseitigen - mit dem Rotor in Verbindung stehenden - Planeten-
getriebestufe, welcher im Unterschied zum vorstehenden Stand der Technik mindestens
eine Getriebestufe in Stirnradausführung anstelle einer zweiten Planetengetriebestufe
nachgeschaltet ist, um eine weitere Übersetzung der Drehzahl des Rotors in eine
schnelle Drehzahl für den Generator zu realisieren. Da bei dieser Bauform wegen der

Moment-Drehzahl-Verhältnisse ebenfalls die antriebsseitige Planetengetriebestufe die geometrischen Abmaße des gesamten Getriebes bestimmt, bestehen auch hier die Probleme hinsichtlich der Abmaße und einer damit in Zusammenhang stehenden großen Masse.

5

Um das vorstehend aufgezeigte Problem zu bewältigen ist bereits versucht worden, durch eine Leistungsverzweigung in der antriebsseitigen Getriebestufe die äußeren Abmaße des Getriebes - insbesondere den Durchmesser - und damit einhergehend die Masse insgesamt zu reduzieren. Zur Leistungsverzweigung besteht die antriebsseitige Planetenstufe aus mindestens zwei parallelgeschalteten kleineren Planetengetrieben. Um zwischen beiden Planetengetrieben einen verzweigungsbedingten Drehmomentenausgleich herbeizuführen, d. h. um eine definierte Leistungsaufteilung zwischen beiden Planetengetrieben zu erzielen, ist versucht worden, relative Drehbewegungen der abtriebsseitigen Getriebebestandteile der Planetenstufe durch eine Schrägverzahnung der in Eingriff stehenden Zahnräder auszugleichen. Der Ausgleich erfolgt über eine entgegengerichtete Schrägverzahnung von parallel geschalteten Zahnrädern des ersten und zweiten Planetengetriebes der antriebsseitigen Planetenstufe. In der Praxis hat sich gezeigt, daß hierdurch gleichwohl störende Relativbewegungen der Planetenräder bewirkt werden, wobei eine große Anzahl von Eingriffpunkten der an der Kraftübertragung beteiligten Zahnräder der Planetengetriebe zu den ständigen axialen Relativbewegungen führt. Ursache hierfür sind in erster Linie Fertigungstoleranzen der Zahnräder. In Ergebnis dessen kann ein Drehmomentenausgleich in der leistungsverzweigten Planetenstufe nicht befriedigend herbeigeführt werden.

25 Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein gattungsgemäßes leistungsverzweigendes Getriebe dahingehend weiterzubilden, daß bei Kleinbau und geringer Masse auch ein korrekter Drehmomentenausgleich gewährleistet ist.

30 Die Erfindung wird ausgehend von einem Getriebe gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 in Verbindung mit dessen kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Die nachfolgenden abhängigen Ansprüche geben vorteilhafte Ausbildungsformen der Erfindung wieder.

35 Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, daß den leistungsverzweigenden Planetengetrieben einer antriebsseitigen Planetenstufe eine Differentialgetriebestufe nachgeschaltet ist, um eine durch die Parallelschaltung auftretende ungleiche Lastaufteilung zwischen den einzelnen Planetengetrieben auszugleichen.

Vorzugsweise besteht die Planetenstufe aus genau zwei parallelgeschalteten und hintereinanderliegend angeordneten Planetengetrieben. Diese Anordnung gewährleistet einen effektiven Kraftflußverlauf bei einer überschaubaren Anzahl von Getriebeelementen.

5

Der Vorteil dieser Anordnung der Differentialgetriebestufe nach der antriebsseitigen Planetenstufe ermöglicht es, fertigungstoleranzbedingte Relativbewegungen von Getriebeelementen miteinander exakt auszugleichen. Die Differentialgetriebestufe kompensiert ein Drehmomentenungleichgewicht der vorzugsweise zwei abtriebsseitigen Wellen der Planetenstufe, um insoweit eine gleichmäßige Leistungsverzweigung zu erzielen. Somit kann bei kleinem Bauvolumen, das durch die parallelgeschalteten leistungsverzweigenden Planetengetriebe der antriebsseitigen Planetenstufe realisiert wird, auch ein Betrieb unter definierter Leistungsverzweigung erfolgen.

10

Eine die Erfindung verbessernde Maßnahme besteht darin, daß eine Sonnenwelle des ersten Planetengetriebes mit einer Sonnenwelle des zweiten Planetengetriebes eine koaxiale Hohlwellenanordnung bildet. Somit ist es möglich, auch die beiden Planetengetriebe der antriebsseitigen Planetenstufe koaxial anzuordnen und ihren Abtrieb ebenfalls koaxial und platzsparend über die jeweiligen Sonnenräder zu bewerkstelligen.

20

Die Abtriebswelle des Getriebes kann vorzugsweise über eine Stirnradgetriebestufe achsversetzt zur Antriebswelle angeordnet sein, um durch eine hohle Ausgestaltung der Antriebswelle Mittel zur Ansteuerung des Rotors zu führen.

25

Bei einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Differentialgetriebestufe als sogenanntes "passives Differential" in Form eines Ausgleichsplanetengetriebes ausgebildet. Das Ausgleichsplanetengetriebe führt eine gleichmäßige Leistungsverzweigung auf die beiden angeschlossenen Sonnenwellen der aus gleichdimensionierten Planetengetrieben bestehenden symmetrisch aufgebauten Planetenstufe durch. Dabei steht die eine Sonnenwelle mit dem Sonnenrad und die andere Sonnenwelle mit dem Hohlrad der Differentialgetriebestufe in Wirkverbindung. Der Planetenträger bildet den Abtrieb. Hierbei kann die passive Differentialgetriebestufe entweder koaxial zu den Sonnenwellen oder über eine zwischengeschaltete Stirnradstufe achsversetzt zu den Sonnenwellen angeordnet sein. Das passive Differential in Form eines Ausgleichsplanetengetriebes dient ausschließlich dem Drehmomentenausgleich zwischen beiden Planetengetrieben der antriebsseitigen Planetenstufe. Da die beiden Planetengetriebe insoweit identisch aufgebaut sind, ist diese Ausführungsform hinsichtlich der Herstellung sowie der Ersatzteilhaltung günstig.

30

35

Bei einer zweiten bevorzugten Ausführungsform ist die Differentialgetriebestufe als sogenanntes "aktives Differential" in Form eines Ausgleichsplanetengetriebes ausgebildet. Das aktive Differential bewirkt einerseits eine gleichmäßige Leistungsverzweigung der beiden angeschlossenen Sonnenwellen der aus gleichdimensionierten Planetengetrieben bestehenden Planetenstufe; zum anderen wird die Differentialgetriebestufe durch eine asymmetrische Verschaltung der Planetengetriebe der Planetenstufe - wie nachfolgend eingehender erläutert - an der Gesamtübersetzung des Getriebes beteiligt. Weil das aktive Differential neben dem Drehmomentenausgleich ebenfalls an der Übersetzung des Getriebes beteiligt ist, ist eine im Vergleich zur ersten Ausführungsform kleinere Dimensionierung der ersten Planetenstufe möglich, um dasselbe Übersetzungsverhältnis im Getriebe zu realisieren. Ein weiterer Vorteil einer Funktionsintegration von Differential und Übersetzungsstufe ist es, dass weniger Getriebeelemente benötigt werden, so dass sich die Masse des Getriebes insgesamt verringert. Dieser Vorteil wird im Wesentlichen durch die asymmetrische Verschaltung der antriebsseitigen Planetenstufe erzielt.

Eine dritte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Differentialgetriebestufe als passives Differential in Form einer axialweich gelagerten und entgegengesetzt schrägverzahnten Ausgleichsstirnradpaarung ausgebildet ist. Die Ausgleichsstirnradpaarung führt anstelle des Ausgleichsplanetengetriebes gemäß den beiden vorstehenden Ausführungsformen eine gleichmäßige Leistungsverzweigung über die beiden angeschlossenen Sonnenwellen der aus gleichdimensionierten Planetengetrieben bestehenden symmetrisch aufgebauten Planetenstufe herbei. Dabei steht die eine Sonnenwelle mit dem einen Ausgleichsstirnrad der Stirnradpaarung und die andere Sonnenwelle mit dem anderen Ausgleichsstirnrad - mit entgegengesetzter Schrägverzahnung - in Wirkverbindung. Die flexible axiale Lagerung der Ausgleichsstirnradpaarung kann vorzugsweise über eine coaxial zwischen der Ausgleichsstirnradpaarung und einem abtriebsseitigen und ebenfalls coaxialen Stirnrad angeordneten axialweichen Kupplung erfolgen. Die axialweiche Eigenschaft der Kupplung wird vorzugsweise über einen Elastomerkörper als Kupplungselement erzielt.

Weitere die Erfindung verbessernde Maßnahmen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben oder werden nachfolgend gemeinsam mit der Beschreibung der drei bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt.

Es zeigt:

- 5 Fig. 1 eine sinnbildliche Darstellung eines Getriebes mit passivem Differential in Form eines Ausgleichsplanetengetriebes in coaxialer Anordnung zur antriebsseitigen Planetenstufe als erste Ausführungsform,
- Fig. 2 eine sinnbildliche Darstellung eines Getriebes nach Figur 1, jedoch in achsversetzter Anordnung zur antriebsseitigen Planetenstufe,
- 10 Fig. 3 eine Darstellung des Kraftflusses durch das Getriebe nach Figur 1 oder Figur 2 anhand der Wolfschen Symbolik,
- Fig. 4 eine sinnbildliche Darstellung eines Getriebes mit aktivem Differential in Form eines Ausgleichsplanetengetriebes als zweite Ausführungsform,
- 15 Fig. 5 eine Darstellung des Kraftflusses durch das Getriebe nach Figur 4 anhand der Wolfschen Symbolik,
- Fig. 6 eine sinnbildliche Darstellung eines Getriebes mit aktivem Differential in Form einer Ausgleichsstirnradpaarung in Kombination mit einer axialweichen Kupplung als dritte Ausführungsform.
- 20 Fig. 7 eine Untervariante zu dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6
- 25 Das Getriebe gemäß Figur 1 weist eine in einem Gehäuse 1 drehend gelagerte Antriebswelle 2 auf, an der ein hier nicht dargestellter Rotor einer Windkraftanlage angebracht ist. Eine ebenfalls drehend im Gehäuse 1 gelagerte Abtriebswelle 3 stellt die Verbindung zu einem ebenfalls nicht weiter gezeigten Generator zur Erzeugung elektrischer Energie her. Die Antriebswelle 2 geht zu einer antriebsseitigen Planetenstufe 4. Die Planetenstufe 4 besteht aus zwei parallelgeschalteten Planetengetrieben 5a, 5b, die eine Leistungsverzweigung bewirken. Zu diesem Zweck besitzen beide Planetengetriebe 5a und 5b einen gemeinsamen Planetenträger 6, der mit der Antriebswelle 2 in Verbindung steht. Die beiden Planetengetriebe 5a und 5b sind identisch aufgebaut. Ihr Abtrieb wird durch eine Hohlwellenanordnung derart gebildet, dass eine Sonnenwelle 7 des ersten Planetengetriebes 5a innerhalb einer hohlen Sonnenwelle 8 des zweiten Planetengetriebes 5b verläuft. Beide Sonnenwellen 7 und 8 gehen eingangsseitig einer Differentialgetriebestufe 9 zu. Die Differentialgetriebestufe 9 ist in Form eines Planetengetriebes ausgebildet und dient dem Drehmomentenausgleich für die vorgeschaltete Planetenstufe 4. Im Sinne
- 30 35

eines passiven Differentials wird dabei eine durch Fertigungstoleranzen bedingte Ungleichheit in der Leistungsverzweigung beider angeschlossener Sonnenwellen 7 und 8 ausgeglichen. Die symmetrische, d. h. aus identischen Getriebeelementen aufgebauten Planetengetriebe 5a und 5b können insoweit lastausgeglichen, d. h. mit optimaler Aufteilung des Leistungsflusses betrieben werden. Die eine Sonnenwelle 7 ist mit dem Sonnenrad und die andere Sonnenwelle 8 mit dem Hohlrad der Differentialgetriebestufe 9 verbunden, deren Planetenträger den Abtrieb bildet. Der Differentialgetriebestufe, die lediglich die Drehmomentenungleichheit für die Planetenstufe 4 ausgleicht, nimmt nicht an der Gesamtübersetzung des Getriebes teil. Zur weiteren Übersetzung ins Schnelle ist der Differentialgetriebestufe 9 eine weitere Stirnradgetriebestufe 10 nachgeschaltet, die gleichsam eine achsversetzte Anordnung der Antriebswelle 3 zur Antriebswelle 2 gewährleistet.

In Figur 2 ist gemäß einer Untervariante die Differentialgetriebestufe 9 über eine zwischengeschaltete Stirnradstufe 12 achsversetzt zu den Sonnenwellen 7 und 8 angeordnet. Die zwischengeschaltete Stirnradstufe 12 besteht aus zwei nebeneinanderliegenden Stirnrädern 13a und 13b. Das Stirnrad 13a ist dabei mit der hohlen Sonnenwelle 8 und das Stirnrad 13b mit der anderen Sonnenwelle 7 verbunden. Beide Stirnräder 13a und 13b sind gleich dimensioniert und coaxial beabstandet zueinander angeordnet und stehen mit korrespondierenden Stirnrädern 14a und 14b, die auf einer gemeinsamen Zwischenwelle 15 angeordnet sind, im Eingriff. Zwischen den beiden Stirnrädern 14a und 14b ist die Differentialgetriebestufe 9 coaxial angeordnet. Dabei ist die eine Sonnenwelle 7 über die Paarung der Stirnräder 13a und 14a mit dem Sonnenrad der Differentialgetriebe-stufe 9 verbunden; die andere Sonnenwelle 8 ist über die Paarung der Stirnräder 13b und 14b mit dem Hohlrad der Differentialgetriebestufe 9 verbunden.

Die Figur 3 bedient sich zur Darstellung des Leistungsflusses innerhalb des Getriebes der Wolfschen Symbolik. Die Kreissymbole stellen bezogen auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel die beteiligten Planetengetriebe wie folgt dar:

- ein Strich - Planetengetriebe 5a
- zwei Stiche - Planetengetriebe 5b
- drei Stiche - Differentialgetriebestufe 9

Die Bezeichnungen innerhalb der Kreissymbole sind folgenden Anschlüssen eines Planetengetriebes zuzuordnen:

- 1 - Sonnenrad
- 5 2 - Hohlrad
- s - Planetenträger

Aus dieser Symbolik geht die Funktionsweise des vorstehend beschriebenen Getriebes der ersten Ausführungsform hervor. Die antriebsseitige Leistung wird durch die parallel geschalteten Planetengetriebe 5a und 5b, welche insoweit die gleiche Drehzahl ausführen, hälftig verzweigt. Die nachgeschaltete Differentialgetriebestufe führt die verzweigte Leistung wieder zusammen, wobei innerhalb der parallelgeschalteten Planetengetriebe 5a und 5b eine Übersetzung von $i / 5$ ins Schnelle erfolgt ist. Diese Leistungsverzweigung gestattet es, die Planetengetriebe 5a und 5b mit geringerem Durchmesser zu dimensionieren, was auch die Masse des Getriebes insgesamt verringert.

Der Halbschnitt von Figur 4 stellt gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung ein Getriebe mit einem aktiven Differential, das ebenfalls in Form eines Planetengetriebes ausgebildet ist, dar. Die hierfür vorgesehene Differentialgetriebestufe 9 ist zwei gleichdimensionierten, d. h. eine in etwa hälftige Leistungsverzweigung vornehmenden Planetengetrieben 5a und 5b nachgeschaltet. Die beiden Planetengetriebe 5a und 5b, welche die mit der Antriebswelle 2 verbundene eingangsseitige Planetenstufe 4 bilden, sind jedoch im Unterschied zu dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel asymmetrisch verschaltet. Damit gleicht die Differentialgetriebestufe 9 nicht allein die Drehmomentungleichheit der beiden angeschlossenen Sonnenwellen 7 und 8 aus, sondern nimmt - bedingt durch die asymmetrische Verschaltung der Planetenstufe 4 auch an der Gesamtübersetzung des Getriebes teil. Hierfür ist der Planetenträger 6 nicht beiden Planetengetrieben 5a und 5b gemeinsam. Die asymmetrische Verschaltung der Planetenstufe 4 mit der Differentialgetriebestufe 9 erfolgt im Einzelnen derart, dass bei dem Planetengetriebe 5b antriebsseitig das Hohlrad 17 bei gehäusefestem Planetenträger 18 und abtriebsseitigen Sonnenrad 19 angeordnet ist. Bei dem anderen Planetengetriebe 5a ist antriebsseitig der Planetenträger 20 bei gehäusefestem Hohlrad 21 und ebenfalls abtriebsseitigem Sonnenrad 22 angeordnet. Dabei steht das eine Sonnenrad 19 mit dem Hohlrad 23 der Differentialgetriebestufe 9 in Verbindung. Zur Transmission dient die hohle Sonnenwelle 8. Das andere Sonnenrad 22 der Planetenstufe 4 steht über die Sonnenwelle 7 mit dem Planetenträger 24 der Differentialgetriebestufe 9 in Verbindung. Schließlich wird abtriebsseitig über das Sonnenrad 16 der Differentialgetriebestufe 9 und

der abtriebsseitigen Stirnradtriebbestufe 10 die übersetzte Leistung an die Abtriebswelle 3 gebracht.

Das vorstehend beschriebene Getriebe mit aktivem Differential besitzt gemäß Figur 5 ebenfalls die Funktionsweise einer Leistungsverzweigung durch die parallel geschalteten Planetengetriebe 5a und 5b der Planetenstufe 4. Wegen der vorstehend beschriebenen asymmetrischen Verschaltung der Planetengetriebe 5a und 5b entstehen hier entgegengesetzte ausgangsseitige Drehrichtungen. Die Drehzahlen sind im Vergleich zur Abtriebsdrehzahl ebenfalls unterschiedlich. Die Differentialtriebbestufe 9 nimmt jedoch durch diese Verschaltung an der Gesamtübersetzung des Getriebes teil. Insgesamt ist beispielsweise ein Übersetzungsverhältnis von 1 : 70 bei einer kleinen Anzahl von Getriebestufen, also wenigen Zahnradern möglich, woraus wiederum eine geringere Masse resultiert.

Das dritte Ausführungsbeispiel nach Figur 6 lehnt sich in seiner Konstruktion im Wesentlichen an das erste Ausführungsbeispiel an. Im Unterschied hierzu ist jedoch die Differentialtriebbestufe 9 als schrägverzahnte Ausgleichsstirnradpaarung 25 ausgebildet. Da die Ausgleichsstirnradpaarung 25 an der Gesamtübersetzung des Getriebes als Getriebestufe teil hat, ist diese Differentialtriebbestufe 9 als aktives Differential zu bezeichnen. Die Differentialtriebefunktion führt die Ausgleichsstirnradpaarung 25 durch eine entgegengesetzte Schrägverzahnung der beiden Stirnräder der Ausgleichsstirnradpaarung 25 aus, die mit einem auf der Sonnenwelle 7 befestigten Ausgleichsstirnrad 26 und einem auf der anderen Sonnenwelle 8 befestigten Ausgleichsstirnrad 27 zusammenwirkt. Der Drehmomentenausgleich wird im Zusammenwirken der Ausgleichsstirnradpaarung 25 mit einer axialweichen Lagerung über eine koaxial zwischen der Ausgleichsstirnradpaarung 25 und einer abtriebsseitigen und ebenfalls koaxialen Stirnrad 28 angeordneten axialweichen Kupplung 29 realisiert. Die axialweiche Kupplung 29 gewährleistet somit einen lastausgleichenden Zahneingriff innerhalb der Ausgleichsstirnradpaarung 25 mit den Ausgleichsstirnradern 26 und 27.

Bei einer Untervariante gemäß Figur 7 zu dem vorstehend beschriebenen dritten Ausführungsbeispiel ist zwischen den Ausgleichsstirnradern 26 und 27 und der Ausgleichsstirnradpaarung 25 eine weitere Stirnradstufe 30 angeordnet. Die Stirnradstufe 30 dient einer weiteren Übersetzung ins Schnelle, um das Gesamtübersetzungsverhältnis des Getriebes insoweit zu vergrößern.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht allein auf die vorstehend angegebenen drei bevorzugten Ausführungsbeispiele mit ihren Untervarianten. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei
5 grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|---------------------------|
| 1 | Gehäuse |
| 2 | Antriebswelle |
| 3 | Abtriebswelle |
| 4 | Planetenstufe |
| 5 | Planetengetriebe |
| 6 | Planetenträger |
| 7 | Sonnenwelle |
| 8 | Sonnenwelle, hohl |
| 9 | Differentialgetriebestufe |
| 10 | Stirnradgetriebestufe |
| 11 | Zwischenwelle |
| 12 | Stirnradstufe |
| 13 | Stirnräder |
| 14 | Stirnräder |
| 15 | Zwischenwelle |
| 16 | Sonnenrad |
| 17 | Hohlrad |
| 18 | Planetenträger |
| 19 | Sonnenrad |
| 20 | Planetenträger |
| 21 | Hohlrad |
| 22 | Sonnenrad |
| 23 | Hohlrad |
| 24 | Planetenträger |
| 25 | Ausgleichsstirnradpaarung |
| 26 | Ausgleichsstirnrad |
| 27 | Ausgleichsstirnrad |
| 28 | Stirnrad |
| 29 | Kupplung |
| 30 | Stirnradstufe |

Ansprüche

1. Getriebe, insbesondere für Windkraftanlagen, bestehend aus einer antriebsseitigen Planetenstufe (4) der mindestens eine Getriebestufe nachgeschaltet ist, wobei die Planetenstufe (4) aus mindestens zwei parallelgeschalteten leistungsver-
5 zweigenden Planetengetrieben (5a, 5b) besteht,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass den leistungsverzweigenden Planetengetrieben (5a, 5b) eine Differential-
 getriebestufe (9) nachgeschaltet ist, um eine durch die Parallelschaltung
10 auftretende ungleiche Lastaufteilung zwischen den einzelnen Planetengetrieben
 (5a, 5b) auszugleichen.
2. Getriebe nach Anspruch 1,
15 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Planetenstufe (4) aus genau zwei parallelgeschalteten und hintereinander-
 liegend angeordneten Planetengetrieben (5a, 5b) besteht.
- 20 3. Getriebe nach Anspruch 2,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass eine Sonnenwelle (7) des ersten Planetengetriebe (5a) mit einer Sonnenwelle
 (8) des zweiten Planetengetriebes (5b) eine koaxiale Hohlwellenanordnung bildet.
- 25 4. Getriebe nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Planetenstufe (4) über einen gemeinsamen Planetenträger (6; 20) mit
 einer Antriebswelle (2) in Verbindung steht.
- 30 5. Getriebe nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass die Abtriebswelle (3) über eine Stirnradgetriebestufe (10) achsversetzt zur
35 Antriebswelle (2) angeordnet ist.

6. Getriebe nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Differentialgetriebestufe (9) als passives Differential in Form eines
Ausgleichsplanetengetriebes ausgebildet ist und eine gleichmäßige Leistungs-
5 verzweigung an den beiden angeschlossenen Sonnenwellen (7, 8) der aus
gleichdimensionierten Planetengetrieben (5a, 5b) bestehenden symmetrisch
aufgebauten Planetenstufe (4) ausführt, wobei die eine Sonnenwelle (7) mit dem
Sonnenrad und die andere Sonnenwelle (8) mit dem Hohlrad der Differentialge-
triebestufe (9) in Wirkverbindung steht, deren Planetenträger den Abtrieb bildet.
- 10
7. Getriebe nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen der Antriebswelle (2) und der Abtriebswelle (3) eine stirnradtragende
15 Zwischenwelle (11) angeordnet ist.
8. Getriebe nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die passive Differentialgetriebestufe (9) koaxial zu den Sonnenwellen (7, 8)
angeordnet ist.
- 25
9. Getriebe nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die passive Differentialgetriebestufe (9) über eine zwischengeschaltete
Stirnradstufe (12) achsversetzt zu den Sonnenwellen (7, 8) angeordnet ist.
- 30
10. Getriebe nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zwischengeschaltete Stirnradstufe (12) aus zwei koaxial zu den beiden
Sonnenwellen (7, 8) angeordneten und je mit einer Sonnenwelle (7 bzw. 8)
verbundenen nebeneinanderliegenden Stirnrädern (13a, 13b) gleichen Durch-
35 messers besteht, die mit korrespondierenden Stirnrädern (14a, 14b) gleichen
Durchmessers im Eingriff stehen, welche mit der koaxial zu den korrespon-
dierenden Stirnrädern (14a, 14b) angeordneten Differentialgetriebestufe (9)
entsprechend zusammenwirken.

11. Getriebe nach einem der Ansprüche 2 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Differentialgetriebestufe (9) als aktives Differential in Form eines
Ausgleichsplanetengetriebes ausgebildet ist und insoweit einerseits eine
5 gleichmäßige Leistungsverzweigung an den beiden angeschlossenen
Sonnenwellen (7, 8) der aus gleichdimensionierten Planetengetrieben (5a, b)
bestehenden Planetenstufe (4) ausführt und andererseits durch asymmetrische
Verschaltung der Planetenstufe (4) an der Gesamtübersetzung des Getriebes
beteiligt ist, wobei das Sonnenrad (16) den Abtrieb bildet.
12. Getriebe nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Differentialgetriebestufe (9) mindestens eine Stirnradgetriebestufe (10)
nachgeschaltet ist.
13. Getriebe nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die asymmetrische Verschaltung der Planetenstufe (4) mit der Differential-
getriebestufe (9) derart erfolgt, daß bei dem ersten Planetengetriebe (5b)
20 antriebsseitig das Hohlrad (17) bei gehäusefestem Planetenträger (18) und
abtriebsseitigem Sonnenrad (19) angeordnet ist und bei dem zweiten Planeten-
getriebe (5a) antriebsseitig der Planetenträger (20) bei gehäusefestem Hohlrad (21)
und ebenfalls abtriebsseitigem Sonnenrad (22) angeordnet ist, wobei das eine
Sonnenrad (19) mit dem Hohlrad (23) der Differentialgetriebestufe (9) und das
25 andere Sonnenrad (22) mit dessen Planetenträger (24) in Wirkverbindung steht.
14. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Differentialgetriebestufe (9) als aktives Differential in Form einer axialweich
30 gelagerten und entgegengesetzt schrägverzahnten Ausgleichsstirnradpaarung (25)
ausgebildet ist, die einerseits eine gleichmäßige Leistungsverzweigung an den
beiden angeschlossenen Sonnenwellen (7, 8) der aus gleichdimensionierten
Planetengetrieben (5a, 5b) bestehenden symmetrisch aufgebauten Planetenstufe
(4) ausführt und die andererseits als Getriebestufe an der Gesamtübersetzung des
35 Getriebes beteiligt ist, wobei die eine Sonnenwelle (7) mit dem einen Ausgleichs-
stirnrad (26) der Ausgleichsstirnradpaarung (25) und die andere Sonnenwelle (8)
mit deren anderem Ausgleichsstirnrad (27) in Wirkverbindung steht.

15. Getriebe nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die axialweiche Lagerung der Ausgleichsstirnradpaarung (25) über eine
koaxial zwischen der Ausgleichsstirnradpaarung (25) und einem abtriebsseitigen
und ebenfalls koaxialen Stirnrad (28) angeordneten axialweichen Kupplung (29)
erfolgt.
16. Getriebe nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ausgleichsstirnradpaarung (25) und die korrespondierenden mit je einer
Sonnenwelle (7, 8) verbundene Ausgleichsstirnräder (26, 27) in einem
Übersetzungsverhältnis ins Schnelle zueinander stehen.
17. Getriebe nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen den Ausgleichsstirnrädern (26, 27) und der
Ausgleichsstirnradpaarung (25) eine weitere Stirnradstufe (30) mit einer
Übersetzung ins Schnelle angeordnet ist.

Fig.1

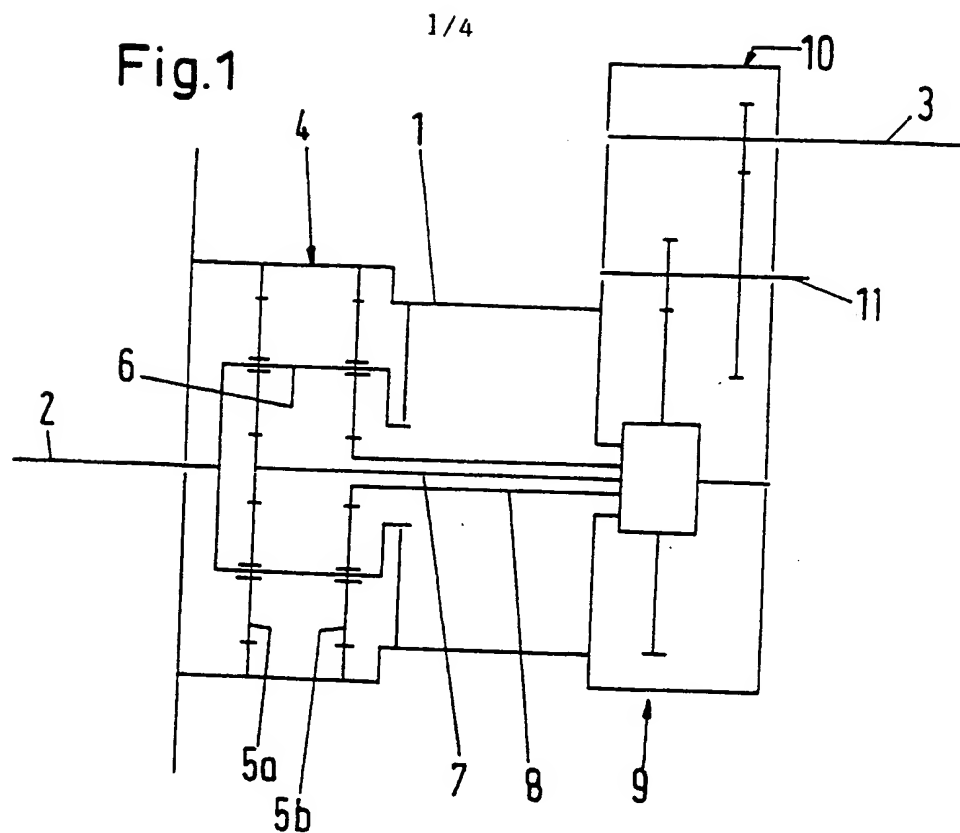


Fig.2

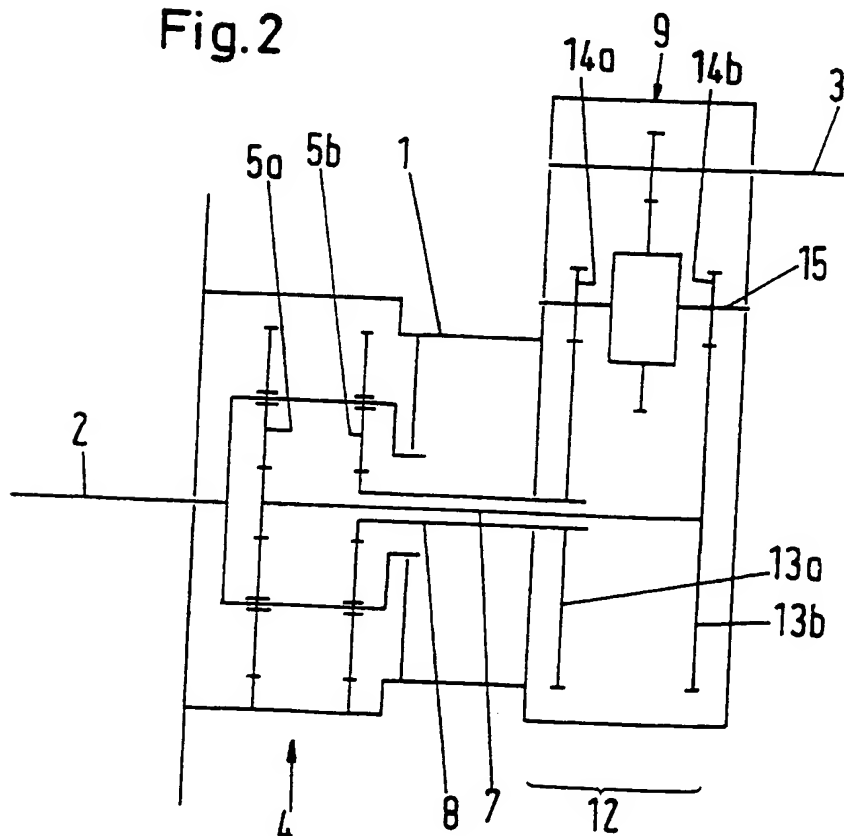
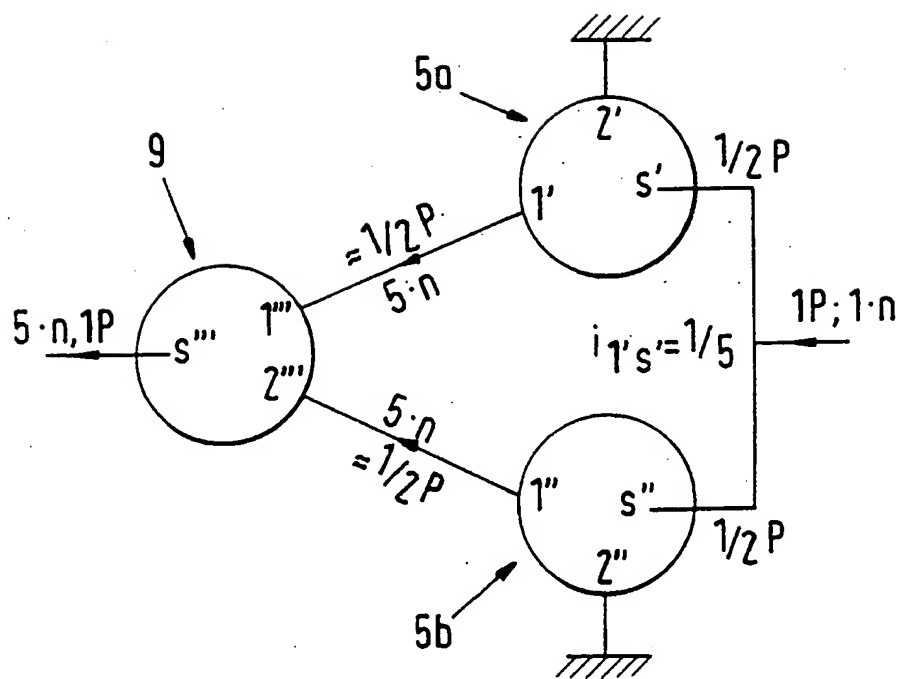


Fig.3



$$i_{1's'} = i_{1''s''} = 1/5$$

Fig.4

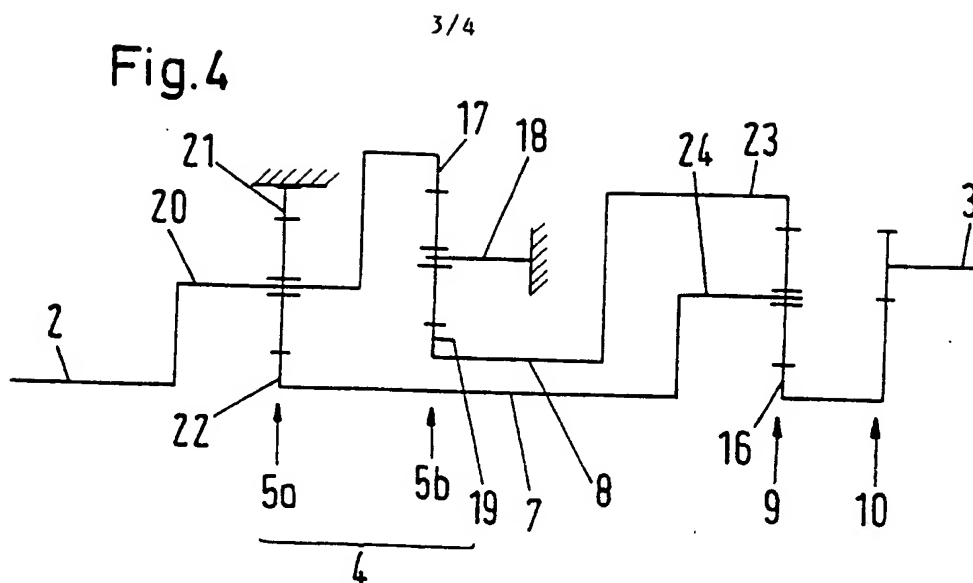


Fig.5

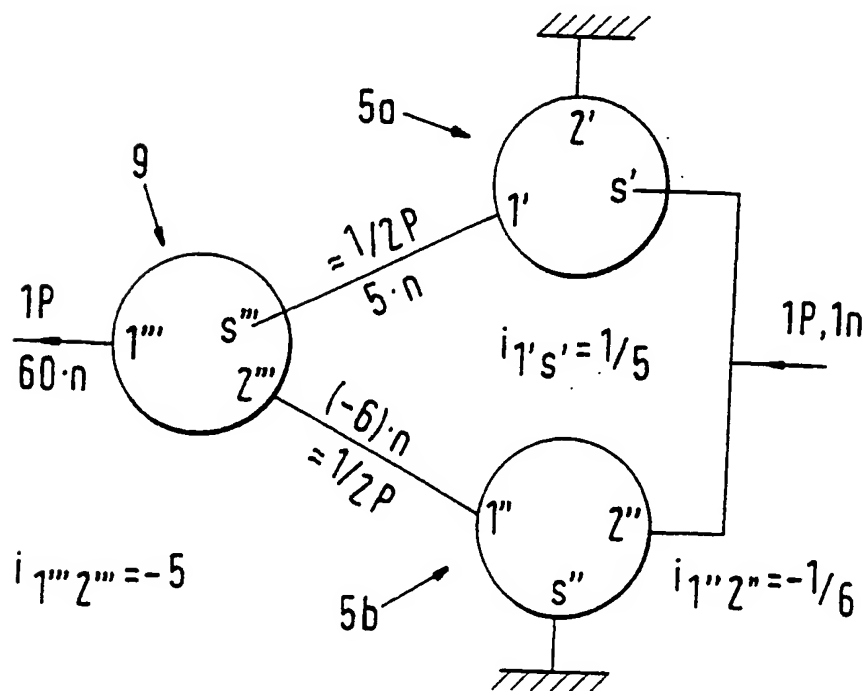


Fig. 6

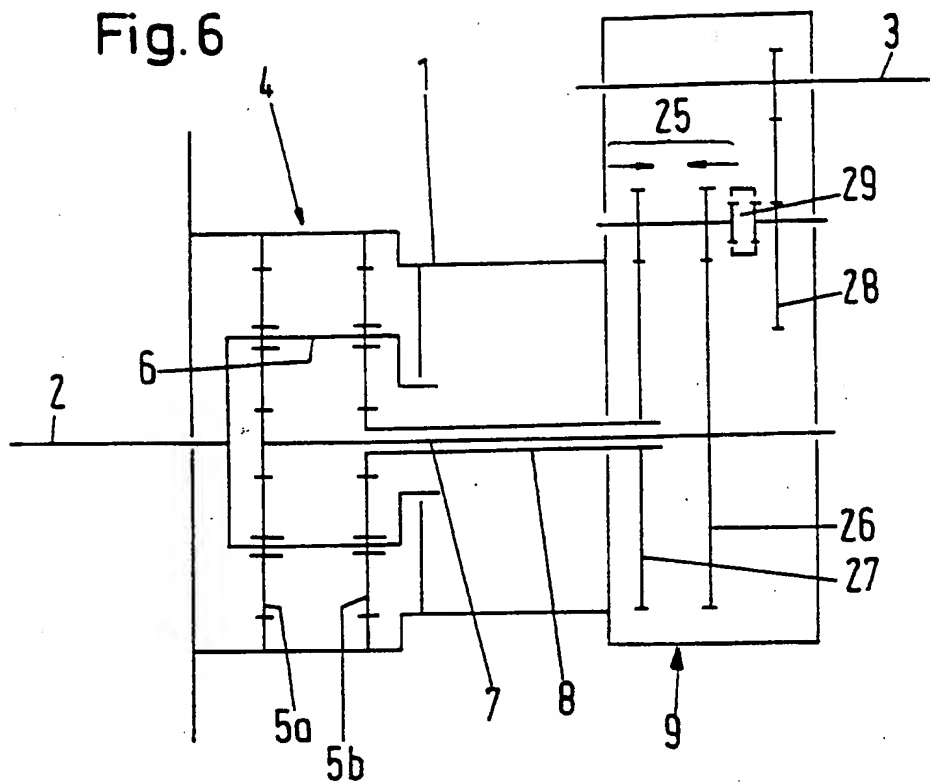
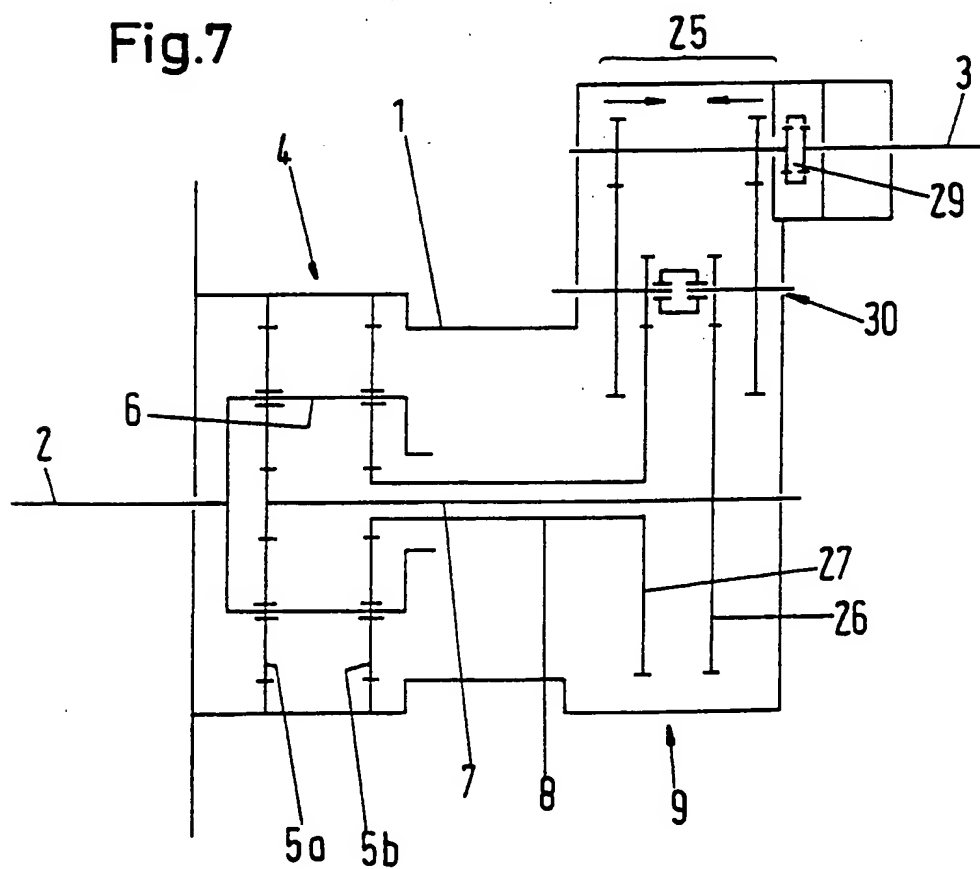


Fig.7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/03966

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16H37/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16H F03D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 96 11338 A (HEHENBERGER GERALD) 18 April 1996 (1996-04-18) cited in the application the whole document	1
A	US 4 730 788 A (METCALF JEFFREY D ET AL) 15 March 1988 (1988-03-15) the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *8* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 April 2001

Date of mailing of the international search report

25/04/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Prooijen, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/03966

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9611338 A	18-04-1996	AT 403310 B	26-01-1998
		AU 3597095 A	02-05-1996
		EP 0792415 A	03-09-1997
		AT 216694 A	15-05-1997
US 4730788 A	15-03-1988	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03966

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F16H37/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F16H F03D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 96 11338 A (HEHENBERGER GERALD) 18. April 1996 (1996-04-18) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1
A	US 4 730 788 A (METCALF JEFFREY D ET AL) 15. März 1988 (1988-03-15) das ganze Dokument	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgefüllt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. April 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/04/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Prooijen, T

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 00/03966

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9611338 A	18-04-1996	AT 403310 B	26-01-1998
		AU 3597095 A	02-05-1996
		EP 0792415 A	03-09-1997
		AT 216694 A	15-05-1997
US 4730788 A	15-03-1988	KEINE	

This Page Blank (uspto)